



#4
122
9-05-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kazuhito OKAYAMA et al.

Serial No. 09/944,166

Filed: September 4, 2001

For: AUDIO SIGNAL
PROCESSING APPARATUS
AND METHOD THEREOF

CUSTOMER NO. 021395

Art Unit: 2651

Examiner:

Atty Docket: 0102/0180

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

AUG 29 2002

Technology Center 2600

Sir:

Attached hereto please find certified copies of applicants' Japanese patent application as follows:

Japanese Patent Application No. 2001-268236 filed September 5, 2000

Japanese Patent Application No. 2001-262967 filed August 31, 2001

Applicants request the benefit of said September 5, 2000 and August 31, 2001 filing dates for priority purposes pursuant to the provisions of 35 USC 119.

Respectfully submitted,

Louis Woo, RN 31,730
Law Offices of Louis Woo
1901 North Fort Myer Drive, Suite 501
Arlington, VA 22209
(703) 522-8872

Date:

Aug 26 2006

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 8月31日

出願番号
Application Number:

特願2001-262967

出願人
Applicant(s):

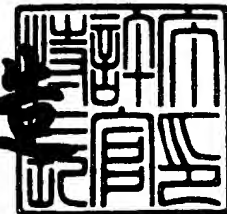
日本ビクター株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 9月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3088527

【書類名】 特許願

【整理番号】 412001486

【提出日】 平成13年 8月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 29/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 岡山 一仁

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 桑岡 俊治

【特許出願人】

【識別番号】 000004329

【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093067

【弁理士】

【氏名又は名称】 二瓶 正敬

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-268236

【出願日】 平成12年 9月 5日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039103

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004770

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 音声信号処理装置、音声信号処理方法、音声信号処理のプログラム、及び、そのプログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル音声信号を再生するときに、このデジタル音声信号の波形を処理する音声信号処理装置において、

前記デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張するサンプリングレート変換手段と、

前記サンプリングレート変換手段により拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施すローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタから出力される信号の波形頂点間隔を検出する検出手段と、

前記ローパスフィルタから出力される信号の現在のデータと 1 サンプリング前のデータとの差分データを算出する差分データ算出手段と、

前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタから出力される信号に加算して出力する出力データ生成手段とを、

備えたことを特徴とする音声信号処理装置。

【請求項 2】 デジタル音声信号を再生するときに、このデジタル音声信号の波形を処理する音声信号処理方法において、

前記デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張し、

前記拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施し、

前記ローパスフィルタリングが施された信号の波形頂点間隔を検出するとともに、このローパスフィルタリングが施された信号の現在のデータと 1 サンプリング前のデータとの差分データを算出し、

前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタリングが施された信号に加算

して出力することを特徴とする音声信号処理方法。

【請求項 3】 コンピュータが読取り可能なプログラムのデータを記録した記録媒体であって、前記プログラムは前記コンピュータに、

デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張する機能と、

前記拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施す機能と、

前記ローパスフィルタリングにより出力される信号の波形頂点間隔を検出する機能と、

前記ローパスフィルタリングにより出力される信号の現在のデータと 1 サンプル前のデータとの差分データを算出する機能と、

前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタリングされた信号に加算して出力する機能とを機能的に実現させるプログラムである記録媒体。

【請求項 4】 コンピュータに、

デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張する機能と、

前記拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施す機能と、

前記ローパスフィルタリングにより出力される信号の波形頂点間隔を検出する機能と、

前記ローパスフィルタリングにより出力される信号の現在のデータと 1 サンプル前のデータとの差分データを算出する機能と、

前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタリングされた信号に加算して出力する機能とを与えるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル音声信号を再生する音声信号処理装置、音声信号処理方法、音声信号処理のプログラム、及び、そのプログラムを記録した記録媒体に係り、特に、再生される音声信号を高音質化させる音声信号処理装置、音声信号処理方法、音声信号処理のプログラム、及び、そのプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のデジタルオーディオの分野では、CD (Compact Disc) や MD (Mini Disc) などのディスク、更にはテープといった記録媒体に記録された音楽などの音声信号を専用の再生装置で再生することも盛んに行われているが、その一方で、PC (パーソナルコンピュータ) 上でソフトウェアにより再生することも行われている。

【0003】

また、MP3 (MPEG layer 3) に代表される各種圧縮フォーマットで圧縮された音声信号をPCで再生したり、記憶媒体として記憶容量の小さい半導体メモリに記憶して専用の携帯型プレーヤで再生したりすることも行われている。

【0004】

さらに、HiFiオーディオ以外のオーディオ分野では、携帯電話やPHS、インターネット電話、半導体メモリを使用した音声レコーダなどの装置を用いて、低ビットレートで圧縮されたデジタル音声信号の送受信及び再生が行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このようにデジタルオーディオデータは様々な態様で再生され、また頻繁に送受信される通信による伝送、メモリによる蓄積を行う場合において、データサイズを縮小するとコスト及び適用範囲の面で優位であることから、そのデータ量は少ない方が望ましい。そのため、デジタルオーディオデータは圧縮された状態で蓄積もしくは送信されることが多い。このため、圧縮による音質の劣化が生じて

いるので、HiFiオーディオとしては、この劣化を改善することが要望されていた。さらに、この音質改善は、PCや携帯型の再生装置で使用されることを考えると、ソフトウェアのみで音質改善の処理が完結し、しかも現在のCPUでリアルタイムに処理できる必要があった。

【0006】

また、携帯電話などを用いた、HiFiオーディオ以外のオーディオ分野においても、より低い転送レートでデータ圧縮した場合に、良好な音質で音声データを再生できることが望まれていた。

【0007】

そこで本発明は、ソフトウェアによる処理で済み、かつ、リアルタイムに音質改善の処理を実行できる音声信号処理装置及び音声信号処理方法、音声信号処理のプログラム、及び、そのプログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る音声信号処理装置は、デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張するサンプリングレート変換手段と、前記サンプリングレート変換手段により拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施すローパスフィルタと、前記ローパスフィルタから出力される信号の波形頂点間隔を検出する検出手段と、前記ローパスフィルタから出力される信号の現在のデータと1サンプリング前のデータとの差分データを算出する差分データ算出手段と、前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタから出力される信号に加算して出力する出力データ生成手段とを備える。これにより、データ圧縮により音質劣化したPCMデータを分析・予測処理することで、劣化する前のPCMデータに近似したPCMデータを復元することができ、音質改善を図ることができる。

【0009】

これと同等の作用効果は、本発明に係る音声信号処理方法によっても得ることができる。詳しくは、この音声信号処理方法は、デジタル音声信号のサンプリング周波数を変換して周波数帯域を拡張し、前記拡張されたデジタル音声信号に、前記サンプリング周波数に対応するカットオフ周波数を有するローパスフィルタリングの処理を施し、前記ローパスフィルタリングが施された信号の波形頂点間隔を検出するとともに、このローパスフィルタリングが施された信号の現在のデータと1サンプリング前のデータとの差分データを算出し、前記差分データに対して前記波形頂点間隔に対応した重み付けを行って、当該重み付けした差分データを、前記ローパスフィルタリングが施された信号に加算して出力する。

【 0 0 1 0 】

本発明の別の態様によれば、コンピュータに上述した音声信号処理の機能を発揮させるプログラムを記録した記録媒体、及び、そのプログラム自体も提供される。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の音声信号処理装置及び音声信号処理方法に係る実施形態を、添付図面を用いて説明する。

(第1の実施形態)

第1の実施形態を図1～図9に基づき説明する。

この実施形態では、本発明の音声信号処理装置はパーソナルコンピュータ（以下、PCと呼ぶ）により実施される。このため、以下に説明するように、PC及びこのPCに接続された周辺装置は協働して、デジタル音声信号を取得し、この信号に本発明の音声信号処理を施し、処理した音声信号を再生する音声再生装置として機能する。また、本発明の音声信号処理方法は、上記PCで実行されるソフトウェアにより実現される。なお、下記の構成によれば、携帯型プレーヤが周辺装置の1つとしてPCに接続されるので、PCそれ自体ではなく、この携帯型プレーヤに、本発明に係る音声信号処理を実行させるようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

図1は、PC及びその周辺装置から成る音声再生装置を示す。最初に、この装

置の接続関係の概要から説明する。

【0013】

この音声再生装置は、PC1と、このPC1に接続されたディスプレイ2、キーボード3、携帯型プレーヤ4（半導体メモリ5を搭載している）、アンプ7、及びCD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）ドライブ9とを備える。

携帯型プレーヤ4はヘッドホン6に接続される。アンプ7はスピーカ8に接続される。CD-ROMドライブ9には、記録媒体としてのCD-ROM10が挿入される。

【0014】

PC1は、図1に示すように、所定のプログラムに従って演算及び処理を行うCPU（Central Processing Unit）11を備え、このCPU11がバスを介してメモリ12（ROM、RAM）、HDD（Hard Disc Drive）13、及びインターフェース14に接続されている。このインターフェース（I/F）14は、バスを介してキーボードコントローラ15、USB（Universal Serial Bus）I/F16、及び音声出力I/F17に接続されている。このうち、キーボードコントローラ15はキーボード3に接続される一方で、USB I/F16（又はパラレルI/F、シリアルI/Fなど）及び音声出力I/F17は前述した携帯型プレーヤ4及びアンプ7にそれぞれ接続されている。なお、オペレータが操作する入力装置は、キーボード3の代わりに、タッチパネルで構成してもよい。その場合には、キーボードコントローラ15はタッチパネルコントローラで置換される。

【0015】

インターフェース14は更に別のバスを介してディスプレイコントローラ18及びPCMCIA（Personal Computer Memory Card International Association）I/F19に接続されている。このうち、ディスプレイコントローラ18はディスプレイ2に接続され、PCMCIA I/F19はCD-ROMドライブ9に接続されている。

【0016】

なお、PCMCIA I/F19には、CD-ROMドライブ9の代わりに、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、MOなどの記録媒体からデータを読み込むドライブを接続してもよい。これにより、CD-ROM10の代わりに、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、MOなどの記録媒体を用いることができる。また、PCMCIA I/F19には、フラッシュメモリドライブ、無線I/Fカード、モデムカードなどが接続されることもある。

【0017】

これにより、CD-ROM10などの蓄積媒体に記録されているPCMやMP3などの音声データがCD-ROMドライブ9から読み込まれ、直接もしくはいったん、HDD13に例えばWAVEファイルやMP3ファイルとして蓄積される。この蓄積ファイルは、音声出力I/F17によりアナログ信号に変換されてからアンプ7に出力される。このアナログ信号はアンプ7で増幅されてスピーカ8から音声として出力される。なお、音声データは、インターネットなどから入手してHDD13に蓄積しておいてもよい。

【0018】

また、USB I/F16に接続された携帯型プレーヤ4には、半導体メモリ5が内蔵もしくは取り出し可能に設けられている。これにより、PC1のHDD13などに蓄積されているMP3ファイルの音声データは、携帯型プレーヤ4の半導体メモリ5に転送され、携帯型プレーヤ4で再生可能になる。この携帯型プレーヤ4には、図示しないが、CPU及びMP3などの音声データの再生プログラムが記録されているROMなどが内蔵されており、これにより、半導体メモリ5に記録された音声データを再生することができる。この携帯型プレーヤ4の音声データは、通常ヘッドホン6を介して再生される。

【0019】

なお、半導体メモリ5が携帯型プレーヤ4に着脱自在に挿入可能な場合は、PC1に設けられた半導体メモリドライブ（図示せず）に直接挿入して、このドライブを介して半導体メモリ5に音声データを転送させることができる。この場合

、その半導体メモリ5を携帯型プレーヤ4に挿入して音声を再生することができる。また、携帯型プレーヤ4が録音可能な構成を有している場合、携帯型プレーヤ4はPC1に接続することなく、録音した音声データを再生するようにしてもよい。

【0020】

このようなPC1もしくは携帯型プレーヤ4において、音声データは図2に示すような手順により再生される。図2において、HDD13、CD-ROM（又はCD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、MOなど）3、半導体メモリ5などの蓄積媒体21に記録されている音声データは、PC1もしくは携帯型プレーヤ4のI/F22を介して読み出され、MP3などの圧縮されている音声データが読み出された場合は、デコーダ23によりデコードされてPCMデータが出力される。このPCMデータは、本発明の主要部分である音質改善手段24に供給されて音質改善が行われてからD/A変換回路25に出力され、アナログ信号として、アンプ7とスピーカ8やヘッドホン6などの音声再生手段26に出力されて再生される。

【0021】

次に、本発明の主要部分である音質改善手段24における具体的な改善方法について図3と共に説明する。なお、この音質改善手段24は、HDD13又は半導体メモリ（ROM）5に記憶されてCPU11で動作する処理プログラムの機能として実現され、CPU11として動作周波数130MHzの32bit RISCプロセッサで実時間出力可能な処理プログラムを実施の形態として説明する。また、処理にあたっては、入力波形データ及び処理に必要な各種フラグやカウンタ値などのデータがメモリ（RAM）12に一時的に記憶される。

【0022】

デコーダ23から出力されたサンプリング周波数 f_s のリニアPCMデータは、音質改善手段24のサンプリングレート変換回路（サンプリングレート変換手段）31に供給される。このサンプリングレート変換回路31は、入力されたりニアPCMデータのサンプリング周波数 f_s を2倍のサンプリング周波数 F_s （ $F_s = 2 \times f_s$ ）のPCMデータ F_{s1} に変換する（図4参照）。なお、図4の

例では、2倍サンプリングしたときに増加したデータの値を“0”として、“m, 0, m+1, 0, m+2, 0, . . . (m: PCMデータ)”としているが、同じデータを繰り返して“m, m, m+1, m+1, m+2, m+2, . . .”としたり、前のデータと次のデータの中間のデータとしたりしてもよい。また、2倍に限らず4倍などでサンプリングするようにしてもよい。

【0023】

そして、このPCMデータFs1は、ローパスデジタルフィルタ32に供給されて、カットオフ周波数(Rate)Fs/4でローパスフィルタリングして、折り返しノイズのある高域部分を除去し、元々の信号成分のみを抽出サンプリング周波数Fsの出力データFs2を得る。なお、サンプリングレート変換回路31で4倍オーバーサンプリングした場合には、カットオフ周波数(Rate)Fs/8でローパスフィルタリングすればよい。

【0024】

このようにして元々の信号成分として抽出された出力データFs2は極性検出回路33に供給され、出力データFs2の波形(横軸に時間、縦軸に音の大きさをとってグラフ化したときの音声波形)を監視して極性反転位置である波形頂点の時間方向の頂点間隔が、サンプリング周波数Fsに相当するサンプリング周期の何倍であるかをカウントし、Fs2COUNTとして出力する。

【0025】

また、出力データFs2は差分データ算出回路(差分データ算出手段)34にも供給され、現在のデータFs2と1Fs前のデータ(Fs2'とする)との差分データが算出されてFs2Differenceとして出力される。なお、差分データ算出回路34には1以上のサンプリングデータを記憶しておく機能を有しており、記憶してある前のサンプリングデータFs2'から現在のデータFs2を減算して、その音の大きさの差分データ(Fs2Difference)を出力している。

【0026】

さらに、極性検出回路33から出力されるFs2COUNTは、図5に示すような補正テーブル35に供給され、Fs2COUNTの値で示される頂点間隔に

対応して異なる重み付けを行うための値である補正データTableDataが読み出されて出力される。

【0027】

そして、出力データ生成回路（出力データ生成手段）36には、出力データFs2と、差分データ算出回路34から出力されるFs2Differenceと、補正テーブル35から出力される補正データTableDataとが供給され、元々の信号成分であるFs2に重み付けされた差分データを加算することにより、補正された周波数領域拡張PCM信号Fs3を生成して出力することができる。この動作を式で示すと式（1）に示すようになる。

【0028】

$$Fs3 = Fs2 + (Fs2Difference \times \text{補正データTableDate}) \cdots \text{式(1)}$$

【0029】

このPCMデータFs3のサンプリング周波数はFs（ $= 2 \times fs$ ）であり、D/A変換回路25に供給されて出力されるアナログ信号は、2倍に周波数拡張された高音質のアナログ信号として出力される。

【0030】

上記した音声処理装置の音声処理方法について、その主要部である音質改善手段24の動作について図6及び図7に示すフローチャートを参照しながら、より詳細に説明する。

【0031】

図6に示すフローチャートにおいて、デコーダ23から出力されたサンプリング周波数fsのリニアPCMデータは、音質改善手段24のサンプリングレート変換回路（サンプリングレート変換手段）31に供給される。このサンプリングレート変換回路31は、入力されたリニアPCMデータのサンプリング周波数fsを2倍のサンプリング周波数Fs（ $Fs = 2 \times fs$ ）のPCMデータFs1に変換する（図4参照）。そして、このPCMデータFs1は、スケーリング処理された後、ローパスデジタルフィルタ32に供給されて、カットオフ周波数（Rate） $Fs/4$ でローパスフィルタリングして、折り返しノイズのある高域部

分を除去し、元々の信号成分のみを抽出サンプリング周波数 F_s の出力データ F_{s2} を得て差分データ算出回路 34 に供給される。

【0032】

差分データ算出回路 34 では、供給されたデータ F_{s2} ($PCM(Z^0)$) を 1 サンプル前のデータ F_{s2} である $PCM(Z^{-1})$ と比較する (ステップ 101)。供給されたデータ $PCM(Z^0)$ の方が大きければ (ステップ 101 → Yes)、データが増加方向にあるので供給されたデータ $PCM(Z^0)$ から 1 サンプル前のデータ $PCM(Z^{-1})$ を減算して差分データ $PCMREF(Z^0)$ を求めるとともに極性データ $POLA(Z^0)$ に増加を示す TRUE を格納する (ステップ 102)。供給されたデータ $PCM(Z^0)$ の方が小さければ (ステップ 101 → No)、データが減少方向にあるので 1 サンプル前のデータ $PCM(Z^{-1})$ から供給されたデータ $PCM(Z^0)$ を減算して差分データ $PCMREF(Z^0)$ を求めるとともに極性データ $POLA(Z^0)$ に減少を示す FALSE を格納する (ステップ 103)。この差分データ $PCMREF(Z^0)$ は、前記 (1) 式では $F_{s2} Difference$ として表記されたデータである。

【0033】

極性検出回路 33 では、まず、1 サンプル前の極性データ $POLA(Z^{-1})$ と算出した極性データ $POLA(Z^0)$ とを比較して、1 サンプル前のデータに対して極性が変化しているかどうかを判断する (ステップ 104)。極性データが同じであり、極性が変化していないと判断した場合には (ステップ 104 → Yes)、データの波形の方向が変化していないことになるので、次サンプルの処理のためにデータ $PCM(Z^0)$ 及び極性データ $POLA(Z^0)$ を格納した後 (ステップ 105)、サンプル数でカウントしている波形頂点間隔 $FSCOUNT$ の値に 1 を加算して、出力データ生成回路 36 のオン/オフフラグ $FSUPSW$ をオフ (FALSE) にしておく (ステップ 106)。この $FSCOUNT$ は、前記 (1) 式では $F_{s2} COUNT$ として表記された値である。

【0034】

極性データが異なる場合は (ステップ 104 → No)、極性が変化しており、データの波形の方向が変化していることになるので、次サンプルの処理のために

データPCM (Z^0) 及び極性データPOLA (Z^0) を格納した後 (ステップ107)、実時間処理可能な最大処理Fs値を超えていないかどうかの判断を行う。つまり、波形頂点間隔FSCOUNTの値が2よりも大きく実時間処理可能な最大処理Fs値であるFSTBLMAX以下の範囲内にあるかどうかを判断し (ステップ108)、範囲内にあれば (ステップ108→Yes)、波形頂点間隔FSCOUNTの値に1を加算して、出力データ生成回路36のオン/オフフラグFSUPSWをオン (TRUE) にする (ステップ109)。波形頂点間隔FSCOUNTの値が範囲外にある場合は (ステップ108→No)、各種の値を初期化するとともに出力データ生成回路36のオン/オフフラグFSUPSWをオフ (FALSE) にする異常処理を行う (ステップ110)。そして、出力データ生成回路36のオン/オフフラグFSUPSWがTRUEの場合には (ステップ111→Yes)、出力データ生成回路36による処理を行うようにし (図6の符号B参照)、出力データ生成回路36のオン/オフフラグFSUPSWがFALSEの場合には (ステップ111→No)、出力データ生成回路36による処理をキャンセルする (図6の符号A参照)。

【0035】

図7に示すフローチャートにおいて、出力データ生成回路36では、波形頂点間隔FSCOUNTの値から1を減算した値をBPに格納し (ステップ112)、このBPの値をnとする (ステップ113)。このとき、BP及びnの値は、データ波形の頂点から頂点までのサンプル数を示す値と一致する。

【0036】

そして、極性データPOLA (Z^0) が増加方向 (TRUE) を示している場合には (ステップ114→Yes)、例えば図5に示す補正テーブルAを用いて、サンプルデータ位置を示すnの値と波形頂点間隔FSCOUNTの値とで参照し、格納されている補正テーブルAの値 (補正データA (Z^{-n}) : 前記(1)式ではTableDataとして表記されている) を差分データPCMREF (Z^{-n}) に掛けた値を補正值として、n番目のサンプルデータPCM (Z^{-n}) に加算して補正出力データとして出力する (ステップ115)。そして、nの値を1ずつ減算しながらn=0になるまで繰り返し補正を行ってデータを出力する (ステ

ップ116→Yes→ステップ117)。

【0037】

また、極性データPOLA (Z^0) が減少方向 (FALSE) を示している場合には (ステップ114→No)、例えば図5に示す補正テーブルBを用いて、サンプルデータ位置を示す n の値と波形頂点間隔FSCOUNTの値とで参照し、格納されている補正テーブルBの値 ($B(Z^{-n})$: 前記(1)式ではTableDataとして表記されている) を差分データPCMREF (Z^{-n}) に掛けた値を補正值として、 n 番目のサンプルデータPCM (Z^{-n}) に加算して補正出力データとして出力する (ステップ118)。そして、 n の値を1ずつ減算しながら $n=0$ になるまで繰り返し補正を行ってデータを出力する (ステップ119→Yes→ステップ120)。

【0038】

ステップ116又はステップ119において、 $n=0$ になると出力データ生成回路36での処理は終了する。そして、順次、出力データ生成回路36から出力されてくる補正出力データは、再スケーリング処理が施され、D/A変換回路25へ出力される。

【0039】

以上のようにして音声データの補正を行う際の具体例を図8に示す。図8には波形頂点間隔が3~6 ($2Fs \sim 5Fs$) の各場合についてのデータ波形例とその補正箇所、補正值 ($a \sim d$) と補正テーブルの値 ($\alpha \sim \theta$)、補正後の出力データ例を表したものである。

【0040】

波形頂点間隔が3 ($2Fs$) の場合を例にして説明すると、データ波形が増加している場合は補正テーブルAを使用する。そして、データ波形が増加している部分の波形頂点間隔をカウントすると ($C \rightarrow B \rightarrow A$) となり、FSCOUNT=3となる。また、 $n=BP=FSCOUNT-1=2$ となる。そして、 $n=2$ で波形頂点間隔が3のときの補正テーブルAの値は $1/4$ であり (図5参照)、データBの補正值は図中aで示す式から導かれ、出力PCMデータは ($B+a$) となる。また、 $n=1$ で波形頂点間隔が3のときの補正テーブルAの値は0である

ので波形データCの補正值も0になり、出力PCMデータはCのままとなる。同様に、データ波形が減少している場合は補正テーブルBを使用する。そして、データ波形が減少している部分の波形頂点間隔をカウントすると($E \rightarrow D \rightarrow C$)となり、 $FSCOUNT = 3$ 、 $n = BP = 2$ となる。そして、 $n = 2$ で波形頂点間隔が3のときの補正テーブルBの値は $-1/4 (= \beta)$ であり(図5参照)、データDの補正值は図中bで示す式から導かれ、出力PCMデータは $(D + b)$ となる。なお、補正テーブルBから得た値が $-1/4$ であるので、実際にはPCMデータDから補正值を減算して出力PCMデータを得ることになる。また、 $n = 1$ で波形頂点間隔が3のときの補正テーブルBの値は0であるので波形データE(A)の補正值も0になり、出力PCMデータはE(A)のままとなる。

【0041】

同様に、 $FSCOUNT$ により波形頂点間隔を検出することができるので、波形が増加方向にあるときには補正テーブルAを用い、減少方向にあるときには補正テーブルBを用いて、 $FSCOUNT$ とそのときの n の値から補正テーブルデータを得、これと差分データとを用いて波形データを補正することにより、音質の向上を果たすことができる。

【0042】

そして、上記実例では、32bit RISCプロセッサを用いて実時間処理することを想定しており、より高速なCPUを使用する場合は、より高次の $FSCOUNT$ まで使用したり、補正テーブルデータとして桁数の大きい小数を用いて補正值を計算したりすることにより、より高音質な出力データを得ることも可能になる。なお、 $FSCOUNT = 7 (6Fs)$ とした場合には、補正個所が波形の増加方向と減少方向でそれぞれ1箇所ずつ増えるので、補正データもその分増えることになる。

【0043】

以上説明したように、音質改善手段24は、データ圧縮により音質劣化したPCMデータを分析・予測処理することで、劣化する前のPCMデータに近似したPCMデータを復元することができ、したがって、高音質の音声データを出力することができる。

【 0 0 4 4 】

図 9 には本発明者が行った実験による比較例を示す。同図に示すグラフは、横軸に周波数を、縦軸に信号レベルをとったスペクトルアナライザの波形図である。同一コンテンツのデジタル音声信号に、本発明に係る音質改善処理を施した場合（ON：上側曲線）と施さない場合（OFF：下側曲線）とを比較して表示している。これによると、とくに、20kHz 付近からの高周波域において、かかる音質改善処理を実行したときの信号レベルが高く、音質改善の効果が顕著にみられる。

【 0 0 4 5 】

また、上述した実施形態では、処理内容をブロックに示して説明したが、実際にはソフトウェアによる処理が可能であり、本願発明を実施する際に新たなハードウェアや部品を必要としないので、本発明を適用可能な製品の種類が広がり、またコスト的にも優位である。

【 0 0 4 6 】

さらに、サンプリングレートが低く、低ビットレートのPCM音声データを高音質化することができるので、記憶容量に制限のある半導体メモリに音声データを記録する場合や、データ転送速度に制限のあるネットワークを介した音楽配信などにおいても、非常に利用価値の高い音質改善技術を提供することができる。

【 0 0 4 7 】

さらに、HiFiオーディオの分野だけでなく、さらに低ビットレートで音声信号が利用される携帯電話機、PHS、インターネット電話、半導体音声レコーダなどの各種の再生装置に本願発明を適用することにより、再生音声の明瞭度を向上させることができるという効果がある。

なお、本発明に係る音質改善のための音声信号処理は、上述したように、非圧縮状態のPCM（リニアPCM）データに施される。このため、この音声信号処理はあらゆるフォーマットのデータに適用可能である。圧縮されているPCMデータはデコードした状態で、この音声信号処理に付される。非圧縮のPCMデータはそのまま、この音声信号処理に付される。したがって、重み付け及び処理帯域のパラメータを適宜変更することで、音質の劣化状態に応じた最適な音質向上

効果が得られる。非圧縮データのファイル形式としては、MP3、WMA、AAC、RealAudioなどの種々のものがあり、これらファイル形式の音声データにも、本発明の音声信号処理が適用可能である。

【0048】

(第2の実施形態)

本発明の音声処理装置に係る第2の実施形態を図10及び図11に基づき説明する。

【0049】

この実施形態では、本発明に係る音質改善のための機能を、いわゆる後付けで追加することができる構成を示す。

【0050】

図10に示す音声再生装置40は、例えば携帯電話機であり、前述した図2と同様に、インターフェース22、デコーダ23、音質改善手段24、D/A変換回路25、及び音声再生手段26を備えている。音質改善手段24は、前述と同様に、CPUを有し、このCPUがメモリ(RAM又は再書込み可能なROM)24Aに与えられる音質改善処理のプログラム(図6及び図7参照)を順次実行することにより、機能的に実現される。

【0051】

このメモリ24Aに音質改善処理のプログラムを後付けで与える方法として、プログラム入手経路に示すように、直接に与える方法と、通信手段を介したダウンロードの方法とが用意されている(符号Eを参照)。前者の場合、IC、ディスク、テープなどの記録媒体41をメモリ24Aとして、又は、アタッチメントなどを介してメモリ24Aに結合させ、これにより、プログラムを直接的に音質改善手段26に与えることができる。一方、後者の場合、サーバ42に保有されていた音質改善処理のプログラムが有線や無線による通信ネットワーク43を介してダウンロードされ、そのプログラムデータがメモリ24Aに取り込まれる。

【0052】

このように音声再生装置40では、ソフトウェアによる音質改善機能を、いわゆる後付けにより簡単に付加することができる。さらに、一度格納された音質改

善処理のプログラムをバージョンアップする場合にも容易に対応できる。つまり、上述したように、バージョンアップしたプログラムを格納した記録媒体41を直接に接続し、又は、そのプログラムを通信ネットワークを介してメモリ24Aにダウンロードさせればよい。もちろん、この音質改善機能は音声再生装置の標準機能として製造時に付加しておくこともできる。

【0053】

これに対し、音声再生装置40のインターフェース22には、図10のコンテンツ入手経路で示す如く、種々の態様で再生対象のデジタルオーディオデータ（コンテンツ）が与えられる。これらの態様としては、音声データ蓄積媒体（CD、MD、SOLIDなどのメディア再生系）、チューナー（ラジオ、電話などのワイヤレス系）、公衆網（電話、CATVなどのケーブルコネクション系）などがある。

【0054】

このように様々な態様で与えられるデジタルオーディオデータ（符号A参照）は、伝送系の違いなどより、圧縮方法やフレームフォーマットが異なる。このため、インターフェース22は、デジタルオーディオデータのフレームフォーマットが異なっている場合、これを常に同じフォーマットに変換する（符号B参照）。デコーダ23は、様々な手法で圧縮されているデジタルオーディオデータをデコードして非圧縮データに変換する（符号C参照）。このデコードされたデジタルオーディオデータは音質改善手段24に送られ、上述したように、メモリ24Aに格納されている音質改善プログラムにより音質改善処理に付される。このように音質改善処理されたオーディオデータは、D/A変換器25によりアナログ信号に変換された後、音声再生手段26で再生される。

【0055】

ここで、音声再生装置40が携帯電話機であるときの、音質改善プログラム（ソフトウェア）の購入による機能追加の態様を図11を参照しながら説明する。

【0056】

その1つの購入方法Aは、ソフトウェアのダウンロード及びその決済の何れも通信により販売元のサーバとの間で行うものである。ユーザは、携帯電話機40

のLCD上に表示されるメニューに従って、購入したい音質改善の機能を選択し、その機能が有料の場合、決済条件を電話機に入力する。これにより、選択及び入力した情報が通信ネットワークを介して販売元のサーバに送られる。決済許可のときに、ソフトウェアは無線で相手先のサーバからダウンロードされ、そのプログラムデータがメモリ24Aに格納される。これにより、ソフトウェア購入及びその決済が全てオンラインで行われるので、ユーザはどこに出向く必要も無く、音質改善機能を追加することができる。

【0057】

別の購入方法Bは、ユーザがコンテンツサービス会社やそのサービスステーションに出向き、有線でソフトウェアを、持参した携帯電話機に書き込んでもらう手法である。この場合、出向いた先で行われる作業はソフトウェアの書込みであるので、短時間で済む。決済も窓口で済ませる。

【0058】

更に別の購入方法Cは、ソフトウェアがあらかじめメモリーカードなどの記録媒体に書き込まれて販売されるときに適用される。ユーザは、ショップでその記録媒体を購入し、その記録媒体を自分の携帯電話機に接続することにより、自分でソフトウェアを書き込むことができる。この音質改善の機能は、ソフトウェアを追加書込みするだけで済むので、このような簡単な購入が可能になる。

【0059】

このように各種の購入方法で音質改善のソフトウェアを追加すると、ユーザは自分の携帯電話機40を介して音質改善された音声を再生できる。このためには、ユーザは電話機40上で表示されるメニューにしたがって、コンテンツサービス会社の提供する音楽や音声のコンテンツを選択する。この選択に応じて、電波を介して無線でコンテンツが入手される。このコンテンツの内容は変わらずに、コンテンツの音のみが高品質化される。

この音質改善に必要なのは、音質改善のソフトウェアを組み込むだけの簡単な作業であるから、音声再生装置自体がネットワークに接続可能な機能を単体で備えている場合、音質改善の機能を後付けによっても簡単に得ることができる。これにより、コンテンツサービス会社としては、高音質版の別のコンテンツを新た

に用意する必要も無く、同じコンテンツを大量に提供することでコスト的にも有利である。

【0060】

上述した第2の実施形態にあっては、音声再生装置として様々な機器を採用することができる。上述のように、携帯電話機を採用した場合、音質改善した音楽や音声の配信サービスは勿論のこと、通話の音声そのものを高品質化できる。すなわち、現状のPDC方式による、ある聞き取り難い音声の明瞭度を改善することができる。また、音声再生装置として、PDA、MD、デジタル音声レコーダ、半導体音楽プレーヤ、デジタルカメラ、PC、更には、デジタルラジオなどを採用することもできる。

【0061】

【発明の効果】

本発明の音声信号処理装置、音声信号処理方法、音声信号処理のプログラム、及び、そのプログラムを記録した記録媒体によれば、データ圧縮により音質劣化したPCMデータを分析・予測処理することで、劣化する前のPCMデータに近似したPCMデータを復元し、高音質の音声データを出力することができる。

また、ソフトウェアによる処理が可能であり、新たなハードウェア的な部品を必要としないので、低コストで多くの製品に適用することができる。

さらに、低ビットレートで音声信号が利用される装置に対しても、再生音声の明瞭度を向上させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の音声信号処理装置を機能的に有する、第1の実施形態に係る音声再生装置の例を示す構成図である。

【図2】

第1の実施形態における音声再生装置の再生系の例を示す構成図である。

【図3】

第1の実施形態で実施される音質改善のための音声信号処理を説明するブロックである。

【図 4】

サンプリングレート変換回路の動作例を説明するための図である。

【図 5】

補正テーブルの例を示す図である。

【図 6】

第 1 の実施形態で実行される音声信号処理の一例を図 7 と共に示すフローチャート図である。

【図 7】

第 1 の実施形態で実行される音声信号処理の一例を図 6 と共に示すフローチャート図である。

【図 8】

第 1 の実施形態で実行される音声信号処理の変換アルゴリズムを説明するための図である。

【図 9】

本発明に係る音質改善の効果を説明するためのスペクトルアナライザの出力を比較して示すグラフである。

【図 1 0】

本発明の音声信号処理装置を機能的に有する、第 2 の実施形態に係る音声再生装置を、コンテンツ入手とプログラム入手の経路と共に説明する概略図である。

【図 1 1】

第 2 の実施形態に係る音声再生装置が携帯電話機であるときに音質改善のソフトウェアの購入法を説明する説明図である。

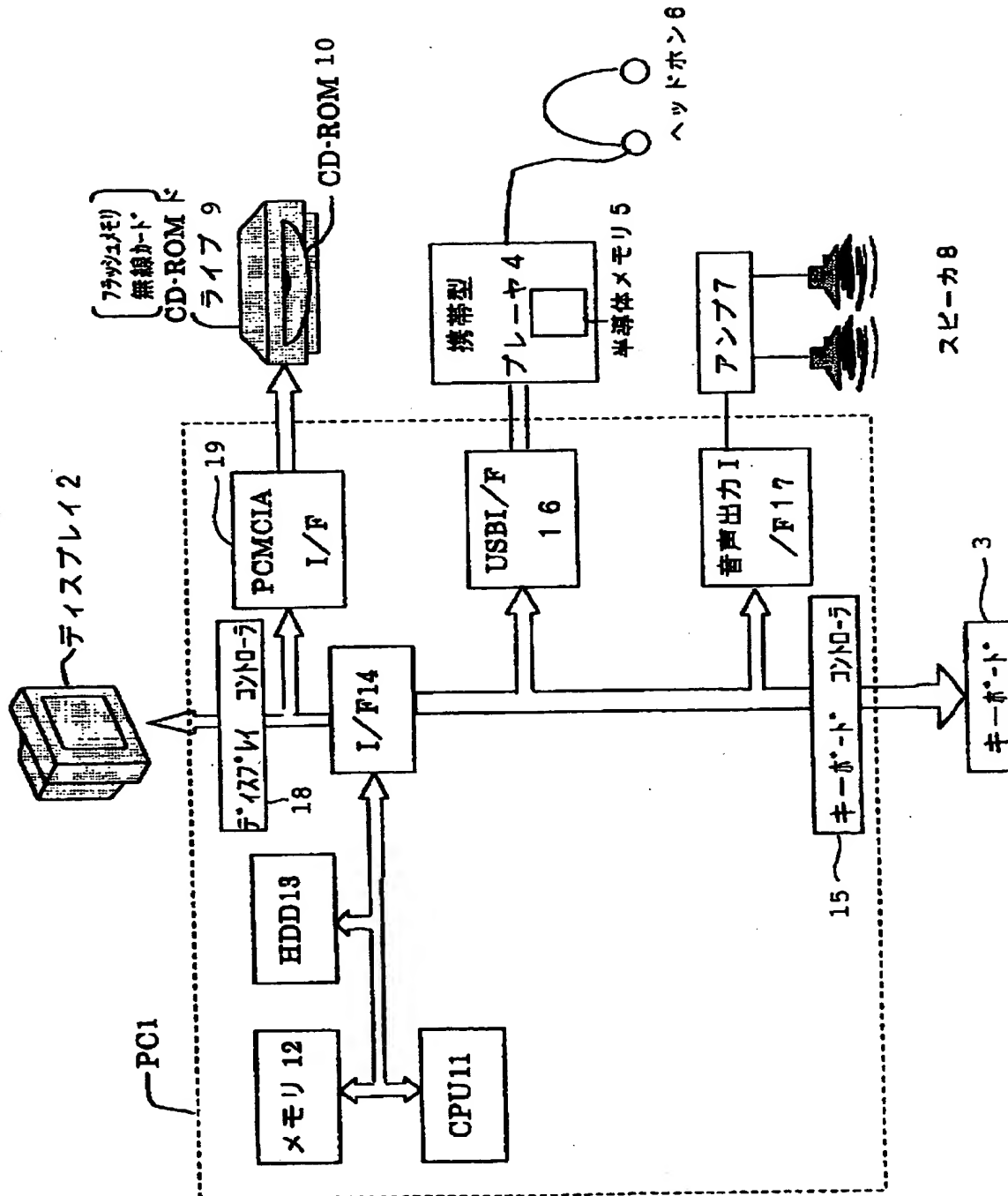
【符号の説明】

- 1 PC (パソコン)
- 2 ディスプレイ
- 3 キーボード
- 4 携帯型プレーヤ
- 5 半導体メモリ
- 6 ヘッドホン

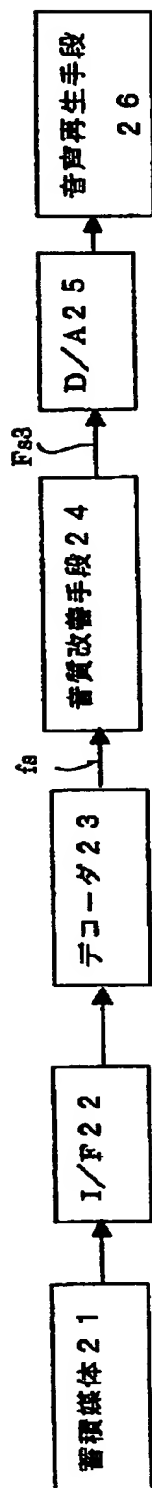
- 7 アンプ
- 8 スピーカ
- 9 CD-ROMドライブ
- 10 CD-ROM
- 11 CPU
- 12 メモリ
- 13 HDD (ハードディスクドライブ)
- 14 各種インターフェース (I/F)
- 15 キーボードコントローラ
- 16 USB I/F
- 17 音声出力 I/F
- 18 ディスプレイコントローラ
- 19 PCMCIA I/F
- 21 蓄積媒体
- 22 I/F
- 23 デコーダ
- 24 音質改善手段
- 25 D/A変換回路
- 26 音声再生手段
- 31 サンプリングレート変換回路
- 32 ローパスデジタルフィルタ
- 33 極性検出回路
- 34 差分データ算出回路
- 35 補正テーブル
- 36 出力データ生成回路
- 40 音声再生装置 (携帯電話機)
- 41 記録媒体
- 42 サーバ
- 43 通信ネットワーク

【書類名】 図面

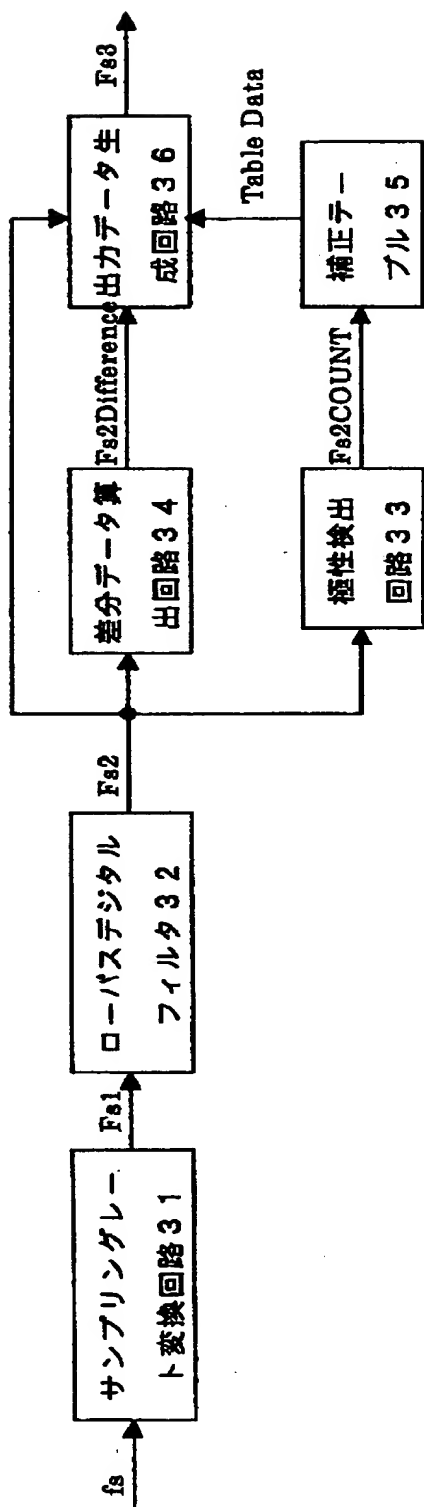
【図1】



【図 2】



【図 3】



【図4】

2倍拡張アルゴリズム

入力データ Rate f_s でサンプリングしたデータ	出力データ Rate $F_s(2 \times f_s)$ に変換したデータ
m	m
$m+1$	0
$m+2$	$m+1$
$m+3$	0
.	$m+2$
.	0
.	$m+3$
	0
	.
	.

【図5】

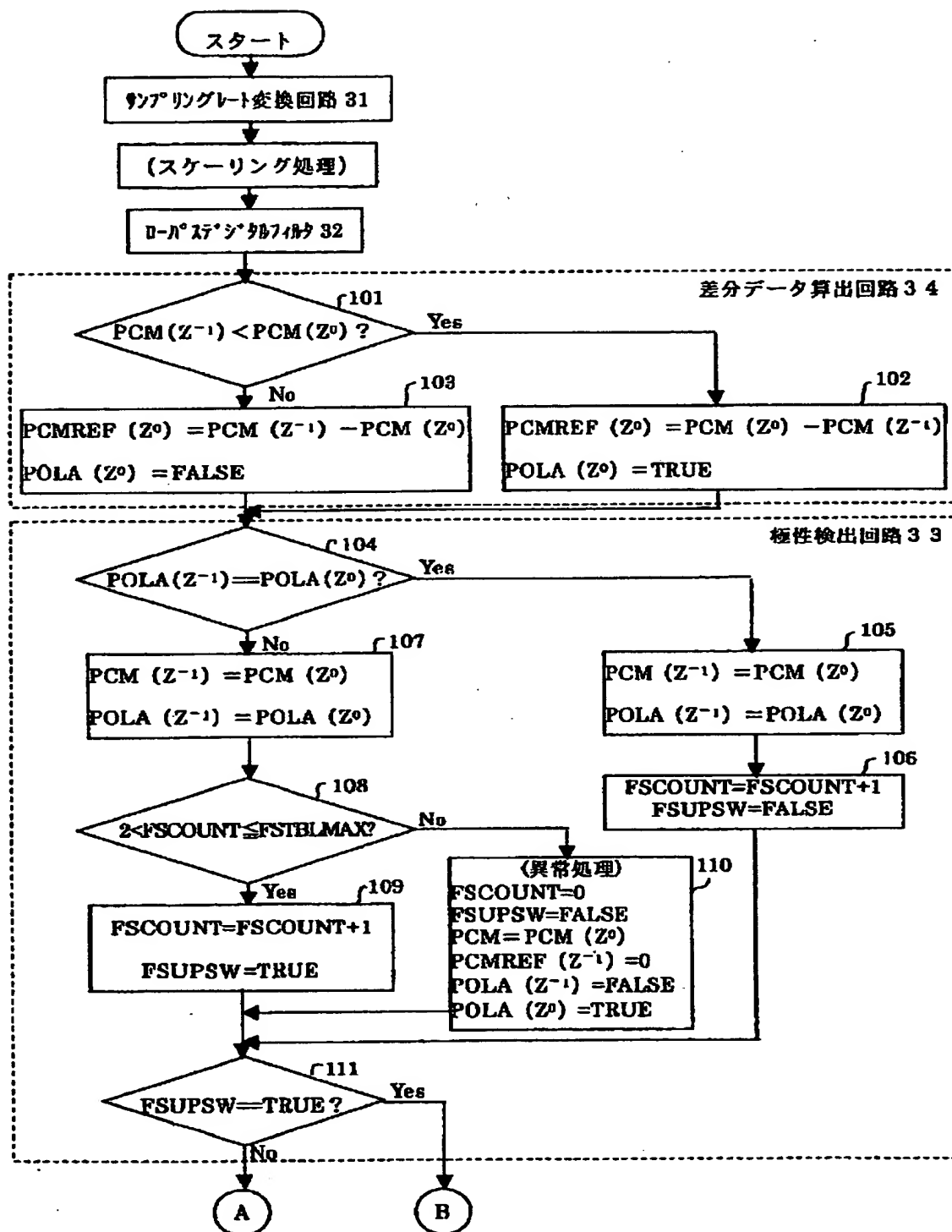
補正テーブル A

Fs2COUNT	3(=2Fs)	4(=3Fs)	5(=4Fs)	6(=5Fs)
n=1	0	0	0	0
n=2	$1/4(=\alpha)$	$1/4(=\alpha)$	$1/4(=\alpha)$	$1/4(=\alpha)$
n=3	—	$-1/4(=\beta)$	0	0
n=4	—	—	$-1/4(=\beta)$	0
n=5	—	—	—	$-1/4(=\beta)$

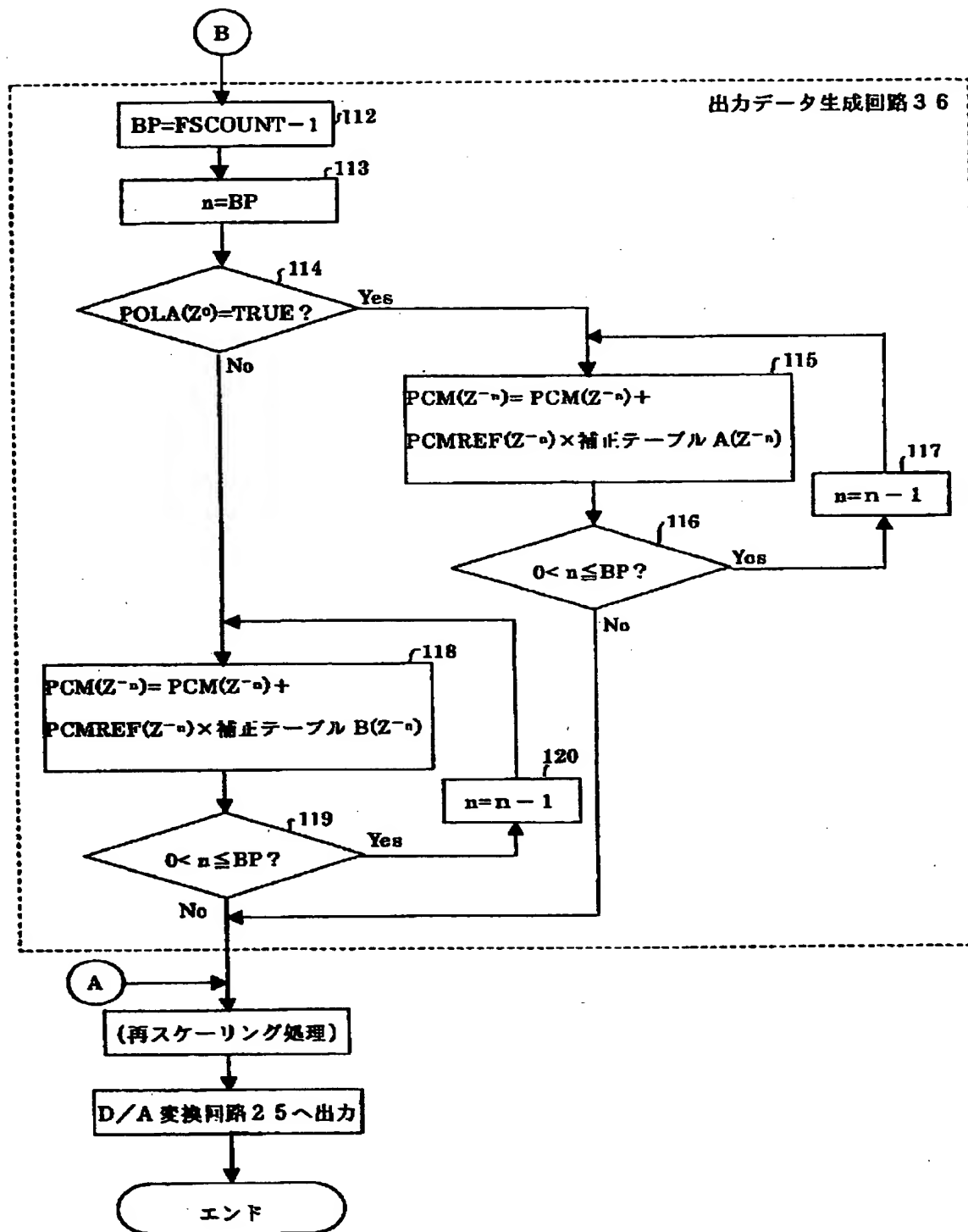
補正テーブル B

Fs2COUNT	3(=2Fs)	4(=3Fs)	5(=4Fs)	6(=5Fs)
n=1	0	0	0	0
n=2	$-1/4(=\beta)$	$-1/4(=\gamma)$	$-1/4(=\gamma)$	$-1/4(=\gamma)$
n=3	—	$1/4(=\theta)$	0	0
n=4	—	—	$1/4(=\theta)$	0
n=5	—	—	—	$1/4(=\theta)$

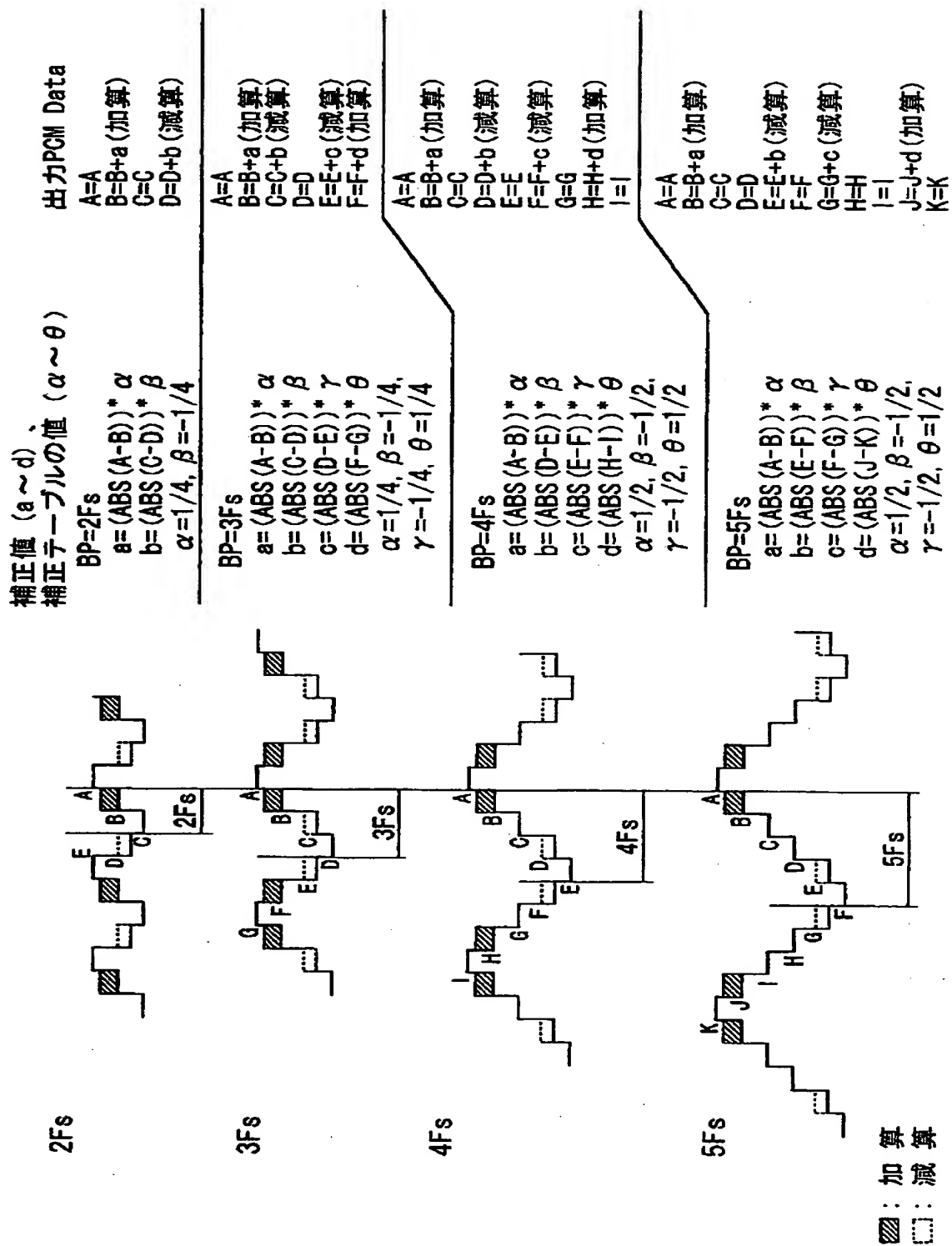
【図 6】



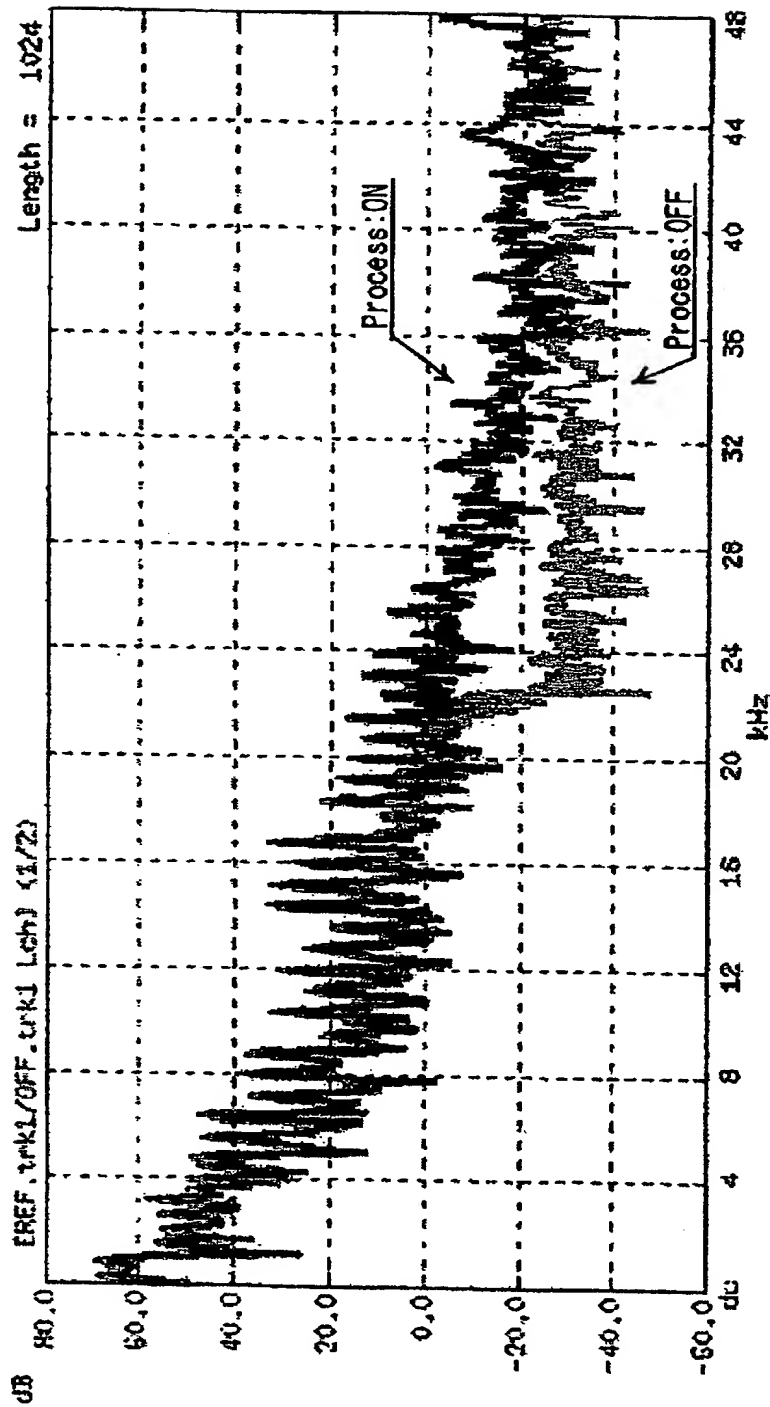
【図 7】



【図8】



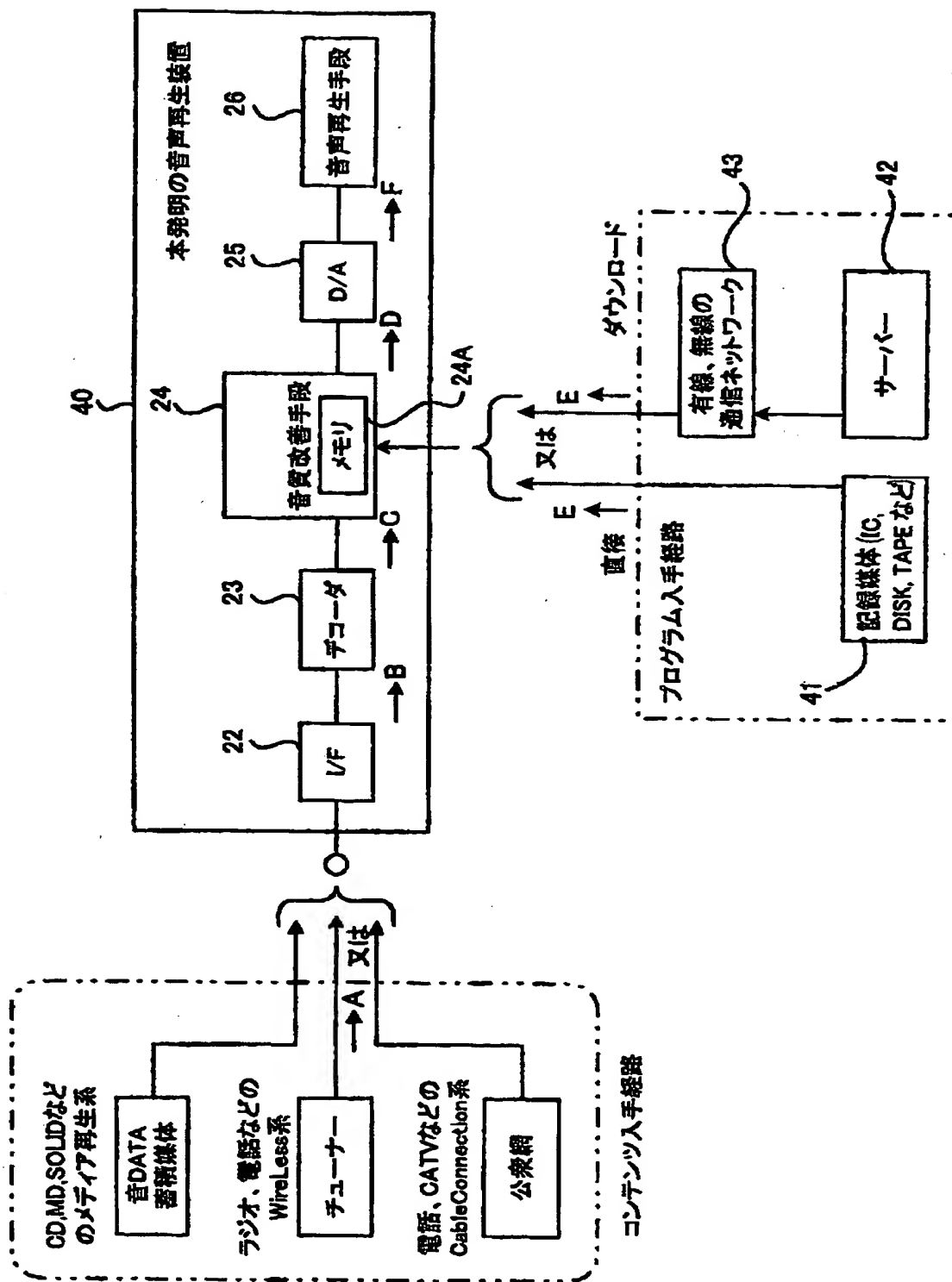
【図9】



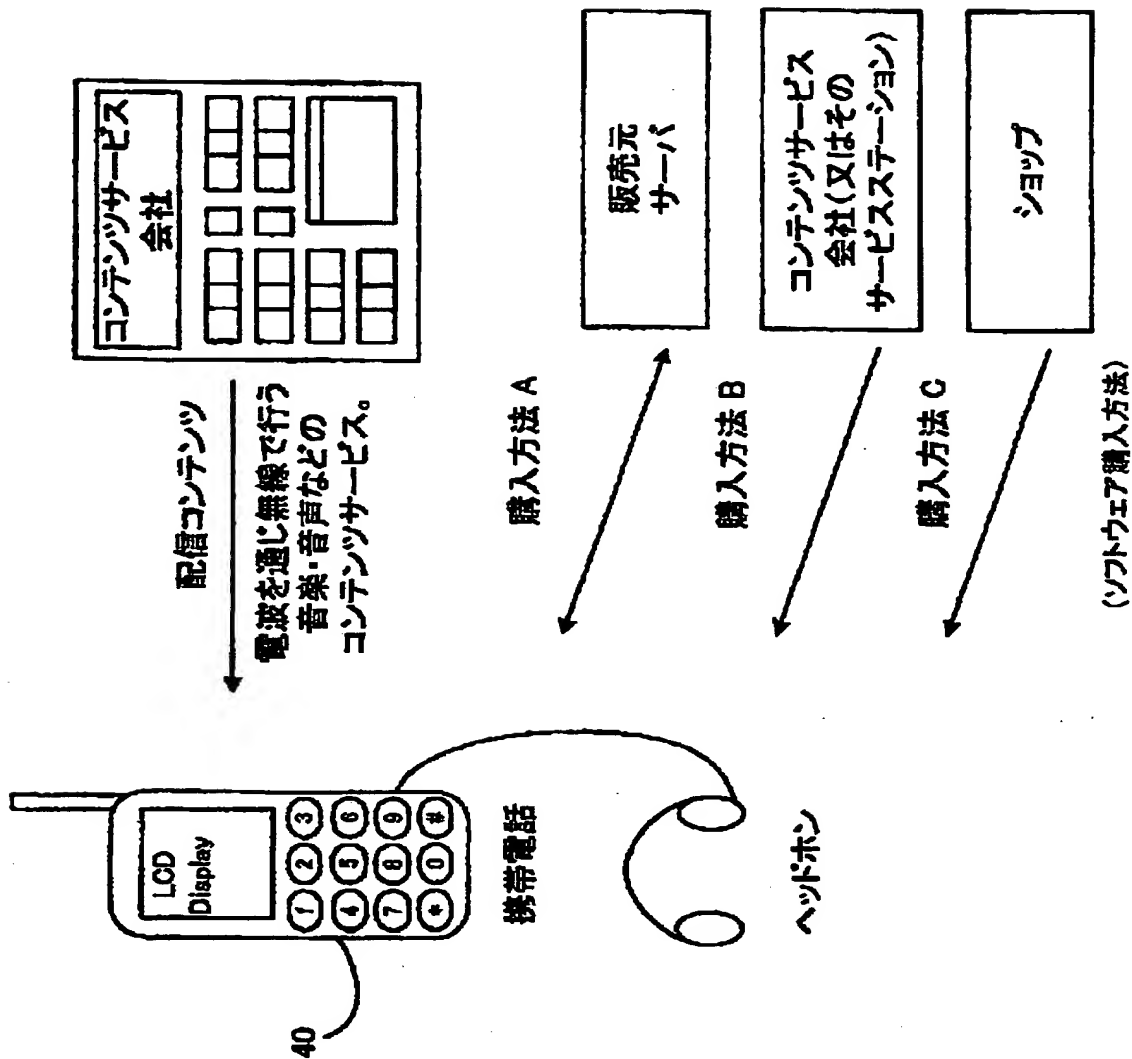
スペクトルアナライザーでのレベル比較

上側(ON):処理を実施、下側(OFF):処理をしない

【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 データ圧縮した音声データの再生時の高音質化をソフトウェアにより可能にする。

【解決手段】 サンプリングレート変換回路31は、PCM音声データのサンプリング周波数 f_s を2倍に変換し、LPF32に供給する。LPF32は、音声データをカットオフ周波数 $F_s/4$ でローパスフィルタリングして、その出力データ F_s2 を極性検出回路33に供給する。この回路33は出力データ F_s2 の波形頂点間の時間がサンプリング周波数 F_s の何倍であるかを示すデータを F_s2 COUNTとして出力する。差分データ算出回路34は現在のデータ F_s2 と1 F_s 前のデータ F_s2' との差分データ F_s2 Differenceを出力する。 F_s2 COUNTは補正テーブル35に供給され、対応する補正データTableDataが出力される。出力データ生成回路36には、出力データ F_s2 、 F_s2 Difference、及び補正データTableDataが供給され、新たなPCMデータ F_s3 が生成される。

【選択図】 図3

特2001-262967

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004329]

1. 変更新月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

氏 名 日本ビクター株式会社